IFMIF/EVEDA 加速器運転管理支援装置及び機器保護システム用装置の製作

仕 様 書

平成27年10月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核融合研究開発部門六ケ所核融合研究所
核融合炉材料研究開発部
IFMIF加速器施設開発グループ

目次

1　一般仕様 1
1.1　件名 1
1.2　目的 1
1.3　契約範囲 1
1.4　納期 1
1.5　納入場所及び納入条件 1
1.6　検収条件 2
1.7　瑕疵担保責任 2
1.8　提出図書 2
1.9　グリーン購入法の推進 2
1.10　協議 3
1.11　その他 3
2　技術仕様 4
2.1　運転管理支援装置用ビーム検出部の概要 4
2.2　設置環境及び運転条件 4
2.3　ビーム生成管理フリーランカウンター 4
2.3.1　BMS 概要 5
2.3.2　BMFRC 概要 6
2.3.3　BMFRC 製作仕様 6
2.3.3.1　付属品 6
2.4　ビームコンディションジェネレーター 7
2.4.1　BSDS 概要 7
2.4.2　BCG 概要 8
2.4.3　BCG 製作仕様 8
2.4.3.1　計測機能 8
2.4.3.2　信号処理機能 9
2.4.3.3　リモート操作機能 9
2.4.3.4　付属品 9
2.5　ゲートバルブコントローラー 9
2.5.1　製作仕様 10
2.5.1.1　付属品 10
2.6　RF システム向けインターフェースボックス 11
2.6.1　製作仕様 11

2.6.1.1　RF システムインターロック出力段 12
2.6.1.2　機器保護システム MPS Unit 入力段 12
2.6.1.3　付属品 13
2.7　試験・検査 13
2.7.1　出荷検査 13

図表目次

図 2.1　フェーズ B 構成でのビーム検出部概要 4
図 2.2　BMS ファンクションマップ 5
図 2.3　ビーム生成管理フリーランカウンター概要 6
図 2.4　ビームステータス配信システム構成概要 7
図 2.5　ビームコンディションジェネレーター概要 8
図 2.6　フェーズ B バルブ管理概要 9
図 2.7　ゲートバルブコントローラー概要 10
図 2.8　インターフェース変換概要 11
図 2.9　RF system 出力段 12
図 2.10　MPS Unit 入力段 12

表 1.1　提出図書表 2

1　一般仕様

1.1　件名

IFMIF/EVEDA 加速器運転管理支援装置及び機器保護システム用装置の製作

1.2　目的

ITER 計画と並行して実施されている幅広いアプローチ活動（BA）の 1 つとして、国際核融合材料照射施設（IFMIF）開発に先立ち、IFMIF の工学設計と IFMIF を構成する機器の製作プロセスの開発や性能実験を含んだ実証試験を行う IFMIF/EVEDA 事業を、日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という）が日本の実施機関となり進めている。

IFMIF/EVEDA 加速器は、2016 年初頭より入射器と前段加速部からなるフェーズ B 構成でのコミッショニングに向けた加速器各部調整が計画され、そのビーム生成管理は許認可に基づき実施される必要がある。本件は、許認可要件への適合及び統合的ビームステータス情報の配信を目的として運転管理支援装置を製作する。

また日本が開発を所掌する IFMIF/EVEDA 加速器の中央制御システムのうち、加速器構成機器からのインターロック信号を受信し速やかにビームを停止する機器保護システム（以下 MPS という）については、各フェーズの加速器構成において求められる機器保護要件に従ってシステムやまたその装置等の開発を進めている。本件は、2016 年初頭より入射器と前段加速部からなるフェーズ B 構成でのコミッショニングに向けた加速器各部調整への対応を目的として、MPS を構成する装置を製作する。

1.3　契約範囲

1）ビーム生成管理フリーランカウンターの製作　　三式
2）ビームコンディションジェネレーターの製作　　二式
3）ゲートバルブコントローラーの製作　　二式
4）RF システム向けインターフェースボックスの製作　　二式

1.4　納期

平成 28 年 3 月 10 日　（木）

1.5　納入場所及び納入条件

1）納入場所

青森県上北郡六ヶ所村尾駮字表舘2番166
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
国際核融合エネルギー研究センター　IFMIF/EVEDA 開発試験棟

1.6 検収条件

納品後、員数検査、外観検査、試験検査及び提出図書の合格をもって検収とする。

1.7 瑕疵担保責任

検収後1年以内に製品の瑕疵が発見された場合、無償にて速やかに改修補修もしくは交換を行うものとする。

1.8 提出図書

表 1.1 提出図書表

	図書名	提出時期	部数	承認	備考
1	工程表	契約後速やかに	2	不要	
2	製作確認図	製作着手前	2	要	承認捺印版
3	検査要領書	検査前	2	要	出荷検査、性能試験
4	検査成績書	納入時	2	不要	出荷検査、性能試験
5	取扱説明書	納入時	2	不要	
6	完成図	納入時	2	不要	製品仕様書※及び全提出書類を綴じ込みの事。 及びその電子ファイル。
7	委任又は 下請負届	作業開始2週間前 まで	2	要	書式指定。下請負等がある場合提出。
8	議事録	打合せ後速やかに	1	要	

※配線図、部品配置図、機器内部構成図、FPGA ボール割付表、VHDL ソースコード等を含む

提出場所

青森県上北郡六ヶ所村尾駮字表舘２番１６６
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
国際核融合エネルギー研究センター　IFMIF/EVEDA 開発試験棟

1.9 グリーン購入法の推進

(1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品及びOA機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様書に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方

針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.10 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、JAEA と協議の上、その決定に従うものとする。この場合、議事録を残すものとする。

1.11 その他

(1) 輸送時及び搬入後の保管期間中に清浄度の低下、破損、その他の支障をきたさない様な梱包方法を選定すること。

(2) 本備品の輸送、搬入日程については JAEA と協議して決定すること。

(3) 本備品の使用方法、取り扱いについては、適宜打ち合わせ等を実施すること。

(4) 受注者は、JAEA 側と緊密な連絡を取り検討を行うこと。検討の途中で JAEA が経過報告を求めた場合には、それに従うこと。

(5) 受注者は、JAEA から提示する検討資料・情報を本契約以外の目的で使用してはならない。特別な理由により、特定の第三者に提供するときは、予め書面による JAEA 側の承認を得なければならない。

(6) 本契約実施にさいして、実行上の疑義が生じた場合には、別途協議の上、JAEA が指示するものとする。

(7) 本件の打合せは、JAEA 六ケ所サイトで実施するものとする。

2 技術仕様

本件では許認可要件への適合及び統合的ビームステータスの配信のため、運転管理支援装置として、ビーム生成管理フリーランカウンター及びビームコンディションジェネレーターを以下仕様にて製作する。

またフェーズ B 構成でのコミッショニングに向けた加速器各部調整への対応のため、MPS 構成装置としてゲートバルブコントローラー及び RF システム向けインターフェースボックスを以下仕様にて製作する。

2.1 運転管理支援装置用ビーム検出部の概要

運転管理支援の両装置は、検出したビームデータを基にした信号処理が主機能である。以下に IFMIF/EVEDA 加速器フェーズ B 構成でのビーム検出部の概要を示す。

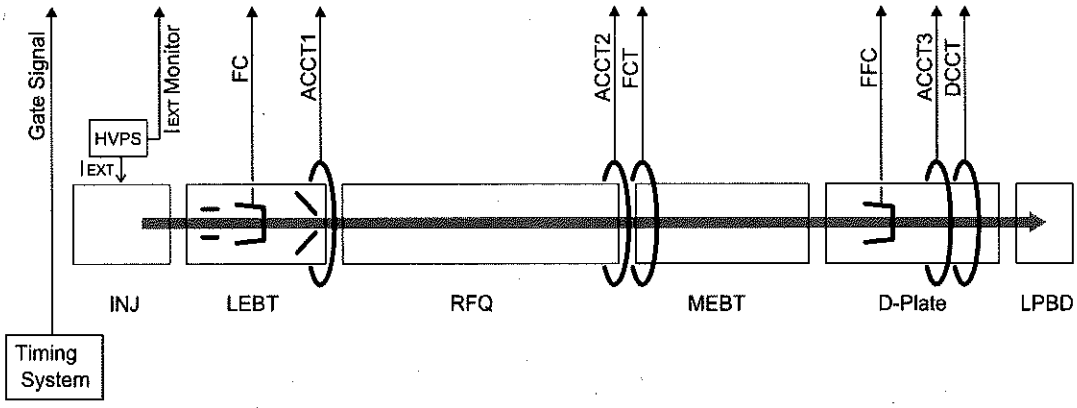

図 2.1 フェーズ B 構成でのビーム検出部概要

2.2 設置環境及び運転条件

本件両装置は、大気圧及び一定温度(約 35℃程度)環境下の放射線管理区域外へ設置され稼働する。また設置周辺では、高圧パルス生成装置(-10kV15A)や高圧電源装置(100kV250mA)、大電力高周波発生装置(175MHz200kW)等が設置・稼働し、時として絶縁破壊(放電)によるインパルス性雑音が偶発的に散見される。設置環境からの各種雑音等影響抑制のため、機器内部ボードは強固なグラウンドプレーンを有するものが望ましい。

2.3 ビーム生成管理フリーランカウンター

IFMIF/EVEDA 原型加速器は、入射器と前段加速部からなるフェーズ B 構成でのコミッショニングに向けた加速器各部調整が計画され、そのビーム生成は許認可要件に基づきビーム生成管理システム(BMS)によって管理される。

BMS は、主に Programmable Logic Controller(PLC)とビーム生成管理フリーランカウンター(BMFRC)によって構成され、本件では BMFRC 三式を製作する。以降にシステム概要と

機器製作仕様を記す。

2.3.1 BMS 概要

BMS は、PLC をマスタ、BMFRC をスレーブとして構成され、PLC は一定周期で BMFRC から短期間（数百ミリ秒）の微細積算値（時間と電荷）を読出し、前回読出し値との差分を積算し、予め定められた上限に達するとビーム生成を阻害する機能を有する。

このシステムにおいてスレーブとして稼働する BMFRC は、図 2.1（ビーム検出部）の各ソースを観測対象として、ビーム生成時間とビーム電荷の微細積算を繰返し行う。

フェーズ B 構成でのビーム生成は、BMS により2つの管理要素、ビーム生成時間と粒子数（ビーム電荷）で制限される。時間要素はビーム生成時間積算セクション(PDMS)にて、また粒子数要素はビーム電荷積算セクション(BCMS)にて積算管理され、それら2つのセクションは一つの Programmable Logic Controller(PLC)で構成される。

BMFRC は、PDMS 及び BCMS が稼働する1つの PLC に付随する微細積算フロントエンド部として機能し、単位時間毎にビーム生成時間とビーム電荷の微細積算を繰返し行うフリーランカウンターである。

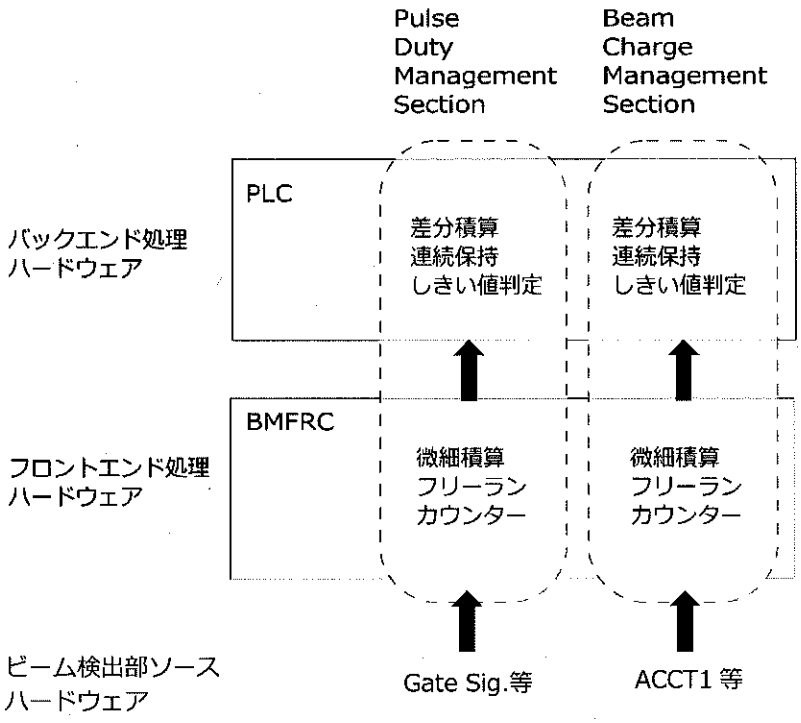

図 2.2 BMS ファンクションマップ

2.3.2 BMFRC 概要

BMFRC は、単位時間毎にビーム生成時間とビーム電荷の微細積算を繰返し行うフリーランカウンターである。概要下図。

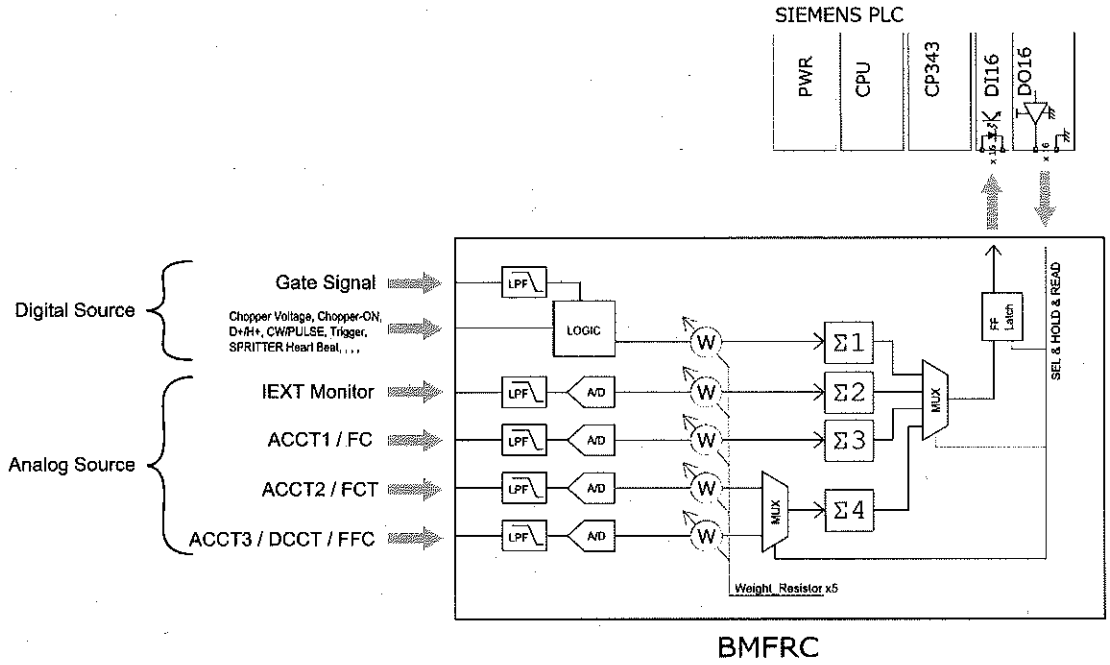

図 2.3 ビーム生成管理フリーランカウンター概要

2.3.3 BMFRC 製作仕様

19 インチラック設置寸法とし、電源電圧は 100V/250V 対応の事。アナログ入力 4ch 程度、A/D 変換は 12bit、250ksps(Max.1Msps)程度とし、データ積算は 120ms 以上ロールオーバー(オーバーフロー)することなく継続すること。PLC インターフェースは、24V、データ幅 16bit、リードアクセスインターバルは 20ms 程度とする。

その他内臓機能は、ステータス表示機能、自己試験機能、システム同期機能、拡張用 I2C レジスタアクセス機能、保守機能とする。尚、既存設備との保守環境統一のため、FPGA は Xilinx 社、開発言語は VHDL とする。

2.3.3.1 付属品

PLC インターフェースハーネス(0.8m 程度)、端子保護キャップ、L 型変換アダプタ、入出力終端器、電源ケーブル(Type-B&E、3m)、各一式

2.4 ビームコンディションジェネレーター

IFMIF/EVEDA 原型加速器は、入射器と前段加速部からなるフェーズ B 構成でのコミッショニングに向けた加速器各部調整が計画され、そのビーム生成は、加速器構成機器の増加に伴い、より緻密なビームステータスの俯瞰が要求され、迅速かつ統合的ビームステータス情報の配信による運転支援を目的として、ビームステータス情報がビームステータス配信システム(BSDS)によって配信される。

BSDS は主に Programmable Logic Controller(PLC)とビームコンディションジェネレーター(BCG)によって構成され、本件では BCG 二式を製作する。以降にシステム概要と機器製作仕様を記す。

2.4.1 BSDS 概要

BSDS は主に PLC と BCG で構成され、PLC は一定周期で BCG からビーム計測値を読出し、EPICS 環境のもと、ネットワーク経由でビームステータス配信する機能を有する。この様に BSDS は、運転員支援情報としてネットワーク経由で情報配信する傍ら、より迅速な応答処理要求に向け、予め定められた論理条件に基づき、ハードワイヤード信号による情報配信もまた行う。

このシステムにおいて BCG は、図 2.1(ビーム検出部)の各ソースを観測対象として、ビーム計測、及び論理判定を繰返し行う。

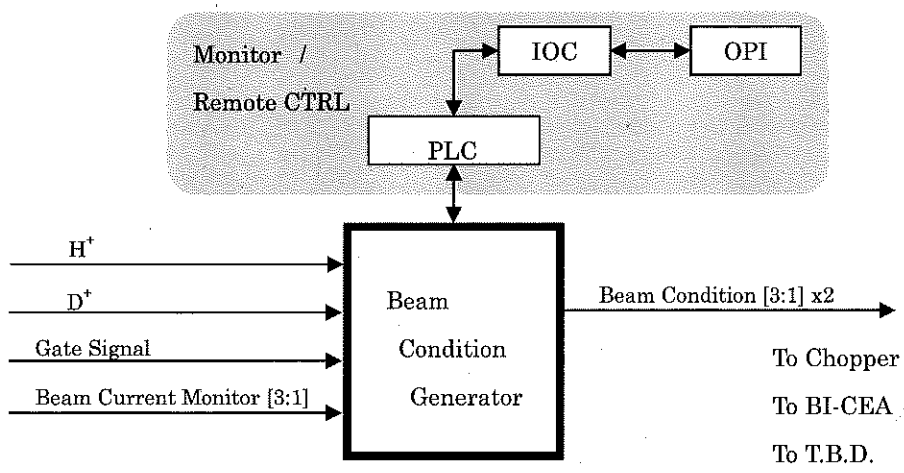

図 2.4 ビームステータス配信システム構成概要

2.4.2 BCG 概要

BCG は加速器運転条件やビーム電流等を監視し、PLC や各加速器構成装置に対して2つの経路で情報配信する。その情報は GUI ネットワーク経由にてビームステータスを、また定められたすべての条件に適合していることを示すハードワイヤード論理信号として各装置へ配信する。運転員や各加速器構成装置は、この情報や信号を参考に状況判断し、また各々稼働条件へ組込む。

EPICS 環境へ適合した PLC を経由したリモートアクセスにより BCG の判定しきい値を入力編集変更可能であり、また本機ステータスレジスタへリモートアクセスすることで運転支援情報取得が可能。

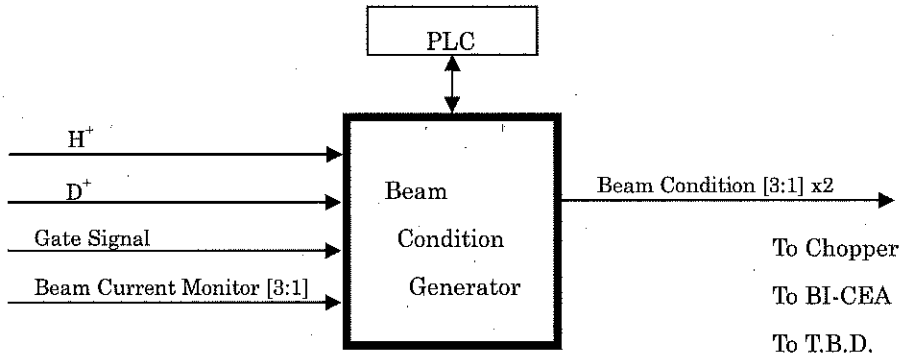

図 2.5 ビームコンディションジェネレーター概要

2.4.3 BCG 製作仕様

19 インチラック設置寸法とし、電源電圧は 100V/250V 対応の事。主な機能は三要素に大別され、以下計測機能、信号処理機能、リモート操作機能。(詳細後述)

アナログ入力 3ch 程度、A/D 変換は 12bit、250ksps(Max.1Msps)程度とする。PLC インターフェースは、24V、データ幅 16bit、リードライトアクセスインターバルは 1s 程度とする。

その他内臓機能は、ステータス表示機能、自己試験機能、システム同期機能、拡張用 I2C レジスタアクセス機能、保守機能とする。尚、既存設備との保守環境統一のため、FPGA は Xilinx 社、開発言語は VHDL とする。

2.4.3.1 計測機能

入力信号 4ch すべてを同時に Data 変換し、取得データを基に信号周期、パルス High 期間、パルス Duty[PWM 変調度]、最大信号振幅を算出し、単位時間毎に内部レジスタを更新する。

2.4.3.2 信号処理機能

算出した計測データ群を基に、設定パラメータとの比較判定を実施する。またその判定結果群を用いて論理処理を実施し、ハードワイヤー信号出力を更新。また単位時間毎に内部レジスタを更新する。

2.4.3.3 リモート操作機能

計測機能や信号処理機能でRead/Writeするレジスタへは、EPICS環境上のGUIからPLCを介してRead/Writeアクセスが可能。

2.4.3.4 付属品

PLC インターフェースハーネス(0.8m 程度)、端子保護キャップ、L 型変換アダプタ、入出力終端器、電源ケーブル(Type-B&E、3m)、各一式

2.5 ゲートバルブコントローラー

本装置は MPS のシステム機能の一つ、IFMIF/EVEDA 加速器の統合的ゲートバルブ管理機能の一部を担い、加速器各セクションにおける真空度やバルブステータス等により関連する各所バルブ制御、及び入力信号の分配出力等を行う。以下にフェーズ B 構成におけるバルブ管理概要を示す。

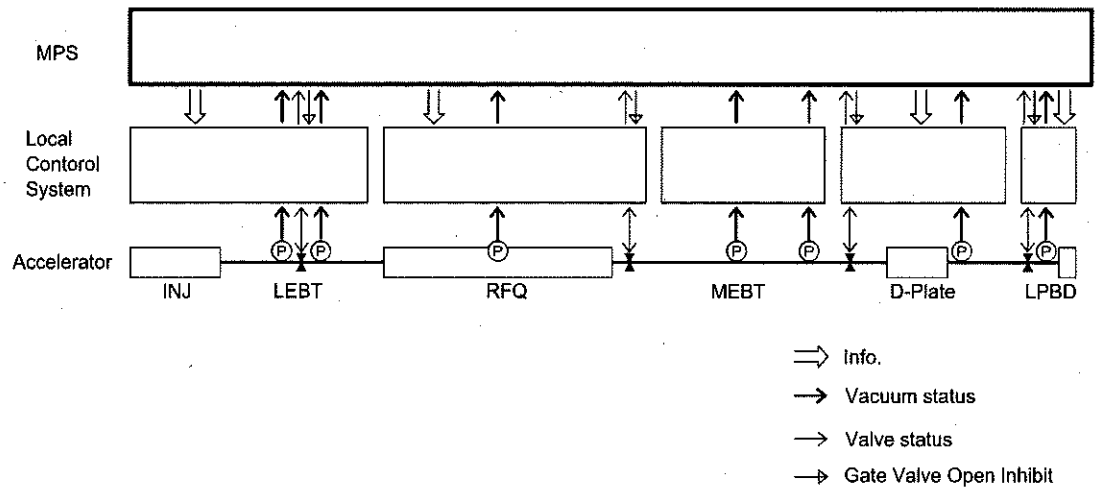

図 2.6 フェーズ B バルブ管理概要

2.5.1 製作仕様

19インチラック設置寸法とし、電源電圧は100V/250V対応の事。ステータス入力30点(真空10点、バルブ12点他)程度、信号出力30点程度、分配出力10点程度。

基本的な論理機能(AND, OR, FF等)による信号処理(ミリ秒オーダー)を行い、その他内臓機能は、ステータス表示機能、自己試験機能、システム同期機能、拡張用 I2C レジスタアクセス機能、保守機能とする。尚、既存設備との保守環境統一のため、FPGA は Xilinx 社、開発言語は VHDL とする。

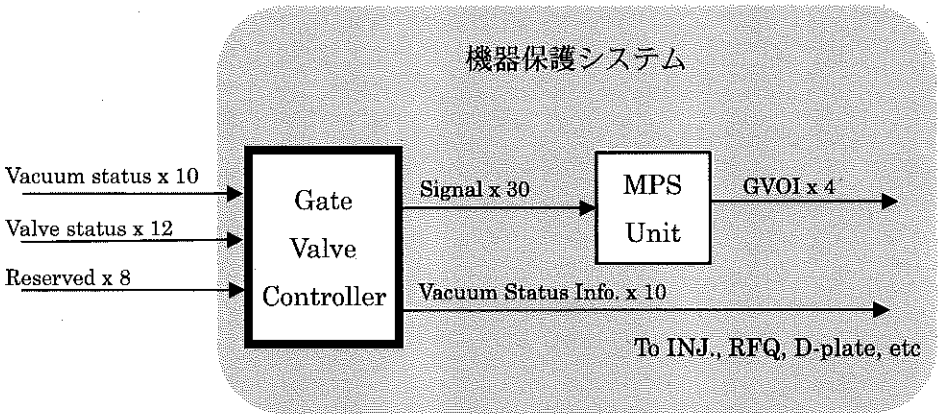

図 2.7 ゲートバルブコントローラー概要

2.5.1.1 付属品

MPSUnit 接続ハーネス(約 1m)、端子保護キャップ、電源ケーブル(Type-B&E、3m)、各一式

2.6 RF システム向けインターフェースボックス

本装置は IFMIF/EVEDA 加速器の MPS 構成を目的に、RF システムにおける MPS 用インターロック信号に関して、RF システムと MPS ユニット間の信号インターフェース変換を行う。以下にインターフェース変換概要を示す。

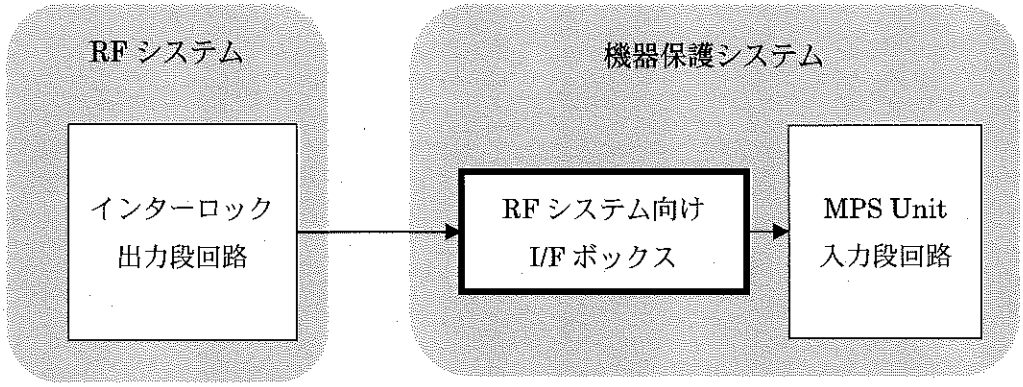

図 2.8 インターフェース変換概要

2.6.1 製作仕様

19 インチラック設置寸法とし、電源電圧は 100V/250V 対応の事。入力 80 点程度、信号出力 80 点程度。入力信号は大電力 RF システムに関連し 3 系統に分離されているため、インターフェース部においても電源ライン分離等により各系統毎に扱い、系統相互間放電ノイズ拡散抑制等の電磁両立性を備えること。電源ステータス表示機能を備えること。入力ポート接続回路形式3種、出力ポート接続回路形式2種への対応として、ボードジャンパー設定変更（各ポート個別設定）が可能なこと。各接続回路形式概要を以下に示す。

2.6.1.1 RF システムインターロック出力段

以下、本装置の入力ポートへ接続される回路を 3 種示す。

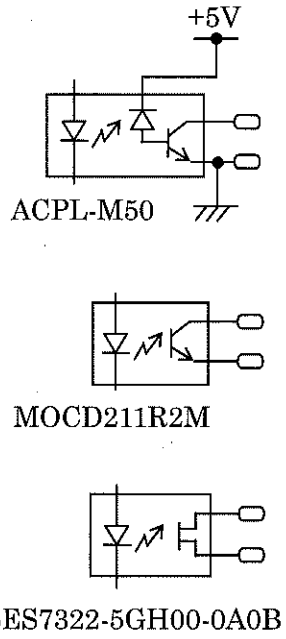

図 2.9　RF system 出力段

2.6.1.2 機器保護システム MPS Unit 入力段

以下、本装置の出力ポートへ接続される回路を 2 種示す。

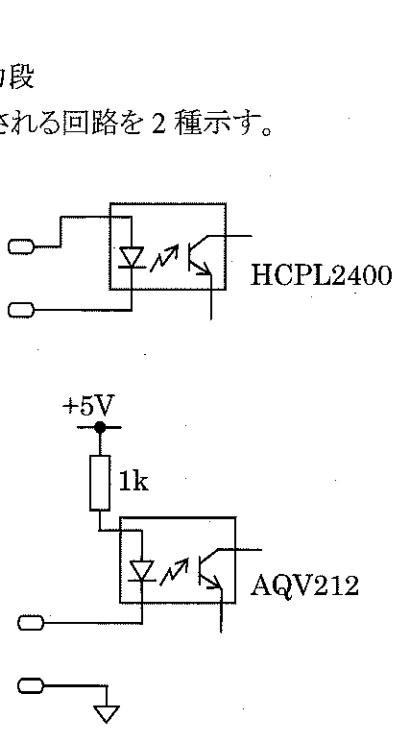

図 2.10　MPS Unit 入力段

2.6.1.3 付属品

MPSUnit 接続ハーネス(約 1m)、端子保護キャップ、電源ケーブル(Type-B&E、3m)、各一式

2.7 試験・検査

本装置に関する試験・検査は以下の項目を実施すること。以下の検査を実施するにあたり、事前に要領書を提出するものとする。

2.7.1 出荷検査

(1) 検査項目　　:各端子入出力特性

(2) 判定基準　　:検査要領書による